

## 明 細 書

## 金属メッキ膜の形成方法、電子部品の製造方法及びメッキ膜形成装置

## &lt;技術分野&gt;

- 5 本発明は、コンデンサ、インダクタ、フィルタ、回路基板等の電子部品の導体パターンとして使用される金属メッキ膜の形成方法、該金属メッキ膜と誘電体層とを組み合わせる構成される電子部品の製造方法、及び前記金属メッキ膜を形成するのに使用されるメッキ膜形成装置に関するものである。

## &lt;背景技術&gt;

- 10 従来より、セラミック材料等の誘電体材料と、導体材料とを用いてコンデンサ、インダクタ、フィルタ、回路基板等の電子部品が形成されている。

- このような従来の電子部品として、例えば、所定の誘電率を有した複数のセラミック層を、それらの間に第1の内部電極と第2の内部電極とを交互に介在させて積層するとともに、該積層体の側面や主面に前記第1，第2の内部電極にそれぞれ電氣的に接続される一対の外部電極を設けてなる積層コンデンサがよく知られている。

かかる積層コンデンサは、前記第1の内部電極と第2の内部電極との間に所定の電圧を印加し、第1の内部電極と第2の内部電極との間に配されているセラミック層に所定の静電容量を形成することによってコンデンサとして機能する。

- 20 また上述した積層コンデンサは以下の工程を経て製作される（例えば、特開2000-243650号公報参照）。

- まず、所定のセラミック材料粉末に有機バインダ及び有機溶剤を添加・混合してスラリー状の無機組成物を作製し、これを従来周知のドクターブレード法等を採用し、所定厚みのシートに成形加工することによりセラミックグリーンシートが形成される。

次に、得られたセラミックグリーンシートの主面に従来周知のスクリーン印刷等によってニッケル等の金属を主成分とする導体ペーストを所定パターンに印刷・塗布する。これを複数枚、積み重ねることによって、セラミックグリーンシートの積層体を形成する。

## 2

続いて、前記積層体を高温で焼成することによって、内部電極が介在されたセラミック層の積層体を形成する。

最後に、積層体の端面等に従来周知のディッピング法等によって導体ペーストを塗布し、焼き付けて外部電極を形成することによって積層コンデンサが製作される。

ところで、近年、電子機器の小型化に伴い、電子部品の小型化が求められており、上述した積層コンデンサの場合、個々のセラミック層や内部電極を薄く形成するための種々の検討がなされている。

例えば、上述した従来の積層コンデンサにおいて、内部電極の厚みを薄くするには、内部電極の形成に使用されている導体ペースト中に含まれる金属粉末の平均粒径を、例えば、 $0.3\mu\text{m}$ 程度に極めて小さくすることが重要である。

しかしながら、導体ペースト中に含まれている金属粉末の粒径を極めて小さくした場合、導体ペースト中で金属粉末同士が凝集することに起因して金属粉末の分散性が悪くなってしまうことから、スクリーン印刷等に適した特性をもつ導体ペーストを得ることは困難であった。

また仮に、導体ペースト中に含まれている種々の成分を調整することによりスクリーン印刷等に適した特性をもつ導体ペーストを得ることができたとしても、これをセラミックグリーンシート上に薄く塗布して焼成すると、焼成の際に導体ペースト中の金属粉末が移動することによって内部電極の連続性が喪失される不都合があり、最悪の場合、内部電極が分断されてしまう欠点を有していた。

そこで上述の欠点を解消するために、厚みの薄い金属メッキ膜を用いて積層コンデンサを製作することが検討されている。その場合、金属メッキ膜が被着されたセラミックグリーンシートを複数枚、積層することによって積層体を形成し、これを高温で焼成することによって積層コンデンサが製作される。

このような積層コンデンサの内部電極となる金属メッキ膜は、内部電極と対応する形状の開口パターンを有したマスクを金属製の基板上に形成するとともに、前記基板をメッキ槽中に浸漬し、前記マスクの開口内に位置する基板の表面に従来周知の電解メッキ法にて金属を析出させることによって形成される。このような基板の主面にセラミックグリーンシート等を押圧し、マスクの開口内に形成さ

れた金属メッキ膜をセラミックグリーンシートの一主面に転写することによって、金属メッキ膜がセラミックグリーンシート上に付着・形成される。

しかしながら、金属メッキ膜を用いた上述の製造方法では、金属メッキ膜の析出時に、金属メッキ膜中に大きな内部応力（引張応力）を生じるという不都合がある。それ故、金属メッキ膜の析出に使用される金属板の表面が平坦である場合、金属メッキ膜を金属板より剥離させると、金属メッキ膜が析出方向と反対側の方向に突出した形に湾曲しようとし、いわゆる「反り」が生じる。このため、金属メッキ膜をセラミックグリーンシートに転写した時、セラミックグリーンシートもしくは金属メッキ膜に変形やクラックを発生したり、或いは、焼成時にデラミネーションを発生するという欠点が誘発される。

更に上述した従来の製造方法においては、セラミックグリーンシートから成る積層体を焼成する際、そのピーク温度が高すぎると、金属メッキ膜を形成している金属が溶融してしまうことによって内部電極が細かく分断されてしまい、積層コンデンサとしての機能を喪失することがある。また、焼成温度が低すぎると、セラミックグリーンシートを焼成してなるセラミック層と金属メッキ膜（内部電極）との密着性が低くなり、層間剥離等の破損を生じる欠点が誘発される。

本発明の目的は、剥離性が良好で、かつ湾曲のない金属メッキ膜を得ることができる金属メッキ膜の形成方法を提供することにある。

また本発明の他の目的は、導体層の厚みを薄くして小型の電子部品を製作することができ、しかも導体層や誘電体層に変形や破損等の不具合が生じるのを有効に防止することができる電子部品の製造方法を提供することにある。

また本発明の他の目的は、剥離性が良好で、かつ湾曲のない金属メッキ膜を得ることができる、生産性に優れたメッキ膜形成装置を提供することにある。

#### <発明の開示>

本発明の金属メッキ膜の形成方法は、表面の形状が凸曲面状の基体を用意し、当該基体の表面に金属メッキ膜を析出させ、当該金属メッキ膜を前記基体より剥離させることによって金属メッキ膜を得る方法である。

また、本発明の電子部品の製造方法は、基体の表面に金属メッキ膜を析出させる工程Aと、当該金属メッキ膜を前記基体より剥離させて、当該金属メッキ膜と

誘電体シートとを互いに付着させる工程Bと、前記金属メッキ膜が形成された誘電体シートを、前記金属メッキ膜を形成している金属の融点よりも低い温度で熱処理することによって、誘電体層上に導体層が被着された部分を備えた電子部品を得る工程Cと、を含む方法である。

- 5     以上の本発明によれば、金属メッキ膜が析出される前記基体の表面を凸曲面状になしたことから、基体の表面には断面が凸曲面状の金属メッキ膜が形成されるようになる。このようにして得られる金属メッキ膜中には内部応力（引張応力）が生じるため、金属メッキ膜を基体より剥離させて誘電体シートに転写すると、金属メッキ膜は平坦化する方向に変形する。したがって、金属メッキ膜が転写された誘電体シートなどの被転写材において、金属メッキ膜に変形や破損を発生する
- 10    のが有効に防止され、生産性の向上に供することができる。

- また、上述した金属メッキ膜は、金属メッキ膜を形成する金属の融点より低い温度で誘電体シートと共に熱処理されることから、熱処理の際、金属メッキ膜が熔けて金属メッキ膜が分断されることはなく、連続性に優れた導体層を形成する
- 15    ことができる。

- 前記金属メッキ膜の形成方法において、前記基体には、例えば、円柱状の表面を有しているものを使用することができる。前記基体の表面の一部をメッキ槽中のメッキ液に浸漬し、前記基体を軸周りに回転させながら、前記基体と前記メッキ槽との間に電界を印加することにより、前記基体の表面に金属メッキ膜を析出
- 20    させることができる。

- また、本発明のメッキ膜形成装置は、メッキ液が注入されるメッキ槽と、円柱状の表面を有し、表面の一部が前記メッキ液に浸漬されるように配置された回転可能な基体と、前記基体と前記メッキ槽の間に電界を印加する電解印加手段と、前記基体の回転方向下流側に、前記メッキ液より引き上げた基体表面上の金属メッキ膜を、被転写材を基体に対して押圧する転写手段とを有するものである。
- 25

金属メッキ膜が析出される基体を円筒状もしくは円柱状に成し、金属メッキ膜の析出工程において、前記基体を軸周りに回転させながら、その一部をメッキ槽のメッキ液に浸漬するとともに、前記基体と前記メッキ槽との間のメッキ液に電界を印加して金属メッキ膜を形成することにより、金属メッキ膜を連続的に形成

して生産性の向上に供することができる。また、基体とメッキ槽との間の電流密度を略均一になして、金属メッキ膜を略一定の厚みで形成することができるようになる。

前記メッキ液より引き上げた基体表面上の金属メッキ膜を、被転写材を基体に対して押圧した後、金属メッキ膜を一旦、樹脂フィルム上に転写し、誘電体シートをその上から付着させるか、又は、金属メッキ膜を誘電体シート上に再転写するようにすれば、誘電体シートが硬質材料により形成されている基体表面のマスク層に対して直接、接触することはないことから、誘電体シートをマスク層との接触によって損傷させることなく、金属メッキ膜を誘電体シートに対して良好に付着させることができるという利点がある。

前記基体より当該金属メッキ膜を剥離させる際に、誘電体シートが形成された樹脂フィルムの誘電体シート上に金属メッキ膜を直接転写するようにしてもよい。この方法によれば、誘電体シートが硬質材料により形成されている基体表面のマスク層に対して接触するものの、樹脂フィルムを介在させないで、直接、誘電体シート上に金属メッキ膜を転写できるので、装置構成を簡単にすることができる。

また、前記基体より当該金属メッキ膜を剥離させて樹脂フィルムに転写した後、当該樹脂フィルムに転写された金属メッキ膜を覆うように、誘電体スラリーを付着させ、誘電体スラリーが付着した樹脂フィルムを乾燥させてもよい。この方法によれば、樹脂フィルム上の金属メッキ膜を誘電体シートの内部に埋設させることができる。これにより、金属メッキ膜の存在する部位と存在しない部位との間に段差を形成することなく誘電体シートを略平坦に形成することができる。このような誘電体シートを複数枚積層しても、金属メッキ膜の変形は良好に抑制されることから、これによってもデラミネーション等の電氣的不良を有効に防止することができる。

本発明において、前記基体の表面に、前記金属メッキ膜の析出領域を規制するマスク層を形成してもよい。該マスク層は、例えばダイヤモンド・ライク・カーボン（DLC）もしくはグラファイト・ライク・カーボン（GLC）から成っている。この場合、比較的厚みの薄いマスク層によって十分な電気絶縁性を得るこ

とができる上に、金属メッキ膜を基体より剥離させる際の剥離性を良好となすことができ、しかも前記DLCやGICは硬質であることから、金属メッキ膜を誘電体シートに直接、転写する場合には、誘電体シートがマスク層表面に付着することは殆どなく、安定した転写を繰り返すことができるという利点がある。

- 5      本発明において、前記金属メッキ膜中に非導電性微粒子が含有されていることが好ましい。このような非導電性微粒子が含有されている金属メッキ膜は、前記メッキ液に、非導電性微粒子を含ませておけば、金属メッキ膜が基体表面に析出する際に、当該非導電性微粒子が、金属成分に付着することによって得られる。非導電性微粒子が基体表面に析出した金属成分に付着することによって非導電性
- 10      微粒子を含む金属メッキ膜が形成されることから、金属メッキ膜と基体との密着力が比較的小さくなり、金属メッキ膜を基体から容易に剥離することが可能となる。

- 本発明において、積層された金属メッキ膜を含む誘電体シートの熱処理時のピーク温度が、金属メッキ膜を構成している金属の再結晶温度よりも高いことが好ましい。上述した金属メッキ膜は、金属メッキ膜を形成する金属の融点より低く、
- 15      且つ再結晶温度よりも高い温度で、誘電体シートと共に熱処理されることから、熱処理の際、金属メッキ膜が熔けて金属メッキ膜が分断されることはなく連続性に優れた導体層を形成することができるとともに、金属メッキ膜を形成している金属の再結晶化が進むことで金属が適度に軟化し、誘電体層に対する密着性に優れた良好な導体層を得ることができる。
- 20

- さらに本発明において、金属メッキ膜を前記基体より剥離させて樹脂フィルムに転写した後、その樹脂フィルムに対し、その金属メッキ膜が形成された面の、金属メッキ膜の存在する部位と存在しない部位の双方に対して、金属メッキ膜と略等しい厚みの薄い誘電体シートを押圧して、樹脂フィルムの金属メッキ膜の存在しない部位に誘電体シートを選択的に付着させてもよい。粘着層を有した樹脂
- 25      フィルムの一主面に金属メッキ膜を転写し、この金属メッキ膜が存在する部位と存在しない部位の双方に対して金属メッキ膜と略等しい厚みの誘電体シートを押圧し、粘着層が露出する部位（金属メッキ膜の存在しない部位）にのみ誘電体シートを選択的に付着させることにより、樹脂フィルム上には金属メッキ膜と誘電

体シートとが間に大きな隙間を形成することなく略面一に付着・形成されることとなる。従って、これらを樹脂フィルムより剥離させた上、間に誘電体シート等を介して複数枚積層することにより誘電体シートの積層体を形成した場合、積層体の両主面を平坦に成すことができることから、これを熱処理して電子部品を製作しても、デラミネーション等の電氣的不良が生じることは殆どなく、信頼性及び生産性に優れた電子部品を得ることができる。

本発明のメッキ膜形成装置において、前記基体の表面が、前記基体の中核部に対して着脱可能に支持された複数のブロックに区画されているものとしてもよい。この構成であれば、ブロックを単位とする部材毎にマスク形成等の加工やメンテナンスを行うことができ、設備の取り扱いや組み立てを簡便になすことができる。

また、本発明のメッキ膜形成装置において、前記メッキ槽に、前記基体よりも正の電位に保持されて基体表面に金属メッキ膜を析出させる第1の電位領域と、該第1の電位領域よりも前記基体の回転方向下流側に位置し、且つ、前記基体よりも負の電位に保持されて基体表面に析出した金属メッキ膜の表層部を前記メッキ液中に再溶解させる第2の電位領域とを設けた構成とすれば、一旦形成された金属メッキ膜の表面部分、特に基体との接触部分をメッキ液中に再溶解せしめ、金属メッキ膜と基体との間に微小な隙間が生じさせることにより、金属メッキ膜の剥離性を向上させることができる。両領域を電氣的な分離は、前記第1の電位領域及び第2の電位領域間に絶縁部材を介在させることにより、実現することができる。

#### <図面の簡単な説明>

図1は、本発明の電子部品の製造方法によって製作される積層コンデンサを示す断面図である。

図2は、メッキ槽18の中に基体9を回転可能に配置し、基体9に対してメッキ槽18と反対の側に金属メッキ膜の転写手段を配置した、本発明のメッキ膜形成装置を模式的に示す側面図である。

図3は、このメッキ膜形成装置に用いられる基体9を上(図2のA方向)から見た平面図である。

図4は、このメッキ膜形成装置に用いられる基体表面の構造を示す拡大側断面図である。

図5は、樹脂フィルム20に、一旦転写した金属メッキ膜8を、樹脂フィルム25上に保持されているセラミックグリーンシート26の表面に再度転写させることようにした本発明のメッキ膜形成装置を模式的に示す側面図である。

図6は、基体9上に析出させた金属メッキ膜8を、樹脂フィルム25上で保持されているセラミックグリーンシート26の主面に直接、転写するようにした本発明のメッキ膜形成装置を模式的に示す側面図である。

図7は、基体9から金属メッキ膜8が転写された樹脂フィルム20に対して、金属メッキ膜8の存在しない部分に、段差を埋めるための薄い誘電体シート43を形成する方法を説明するための断面図である。

図8は、金属メッキ膜8が転写された樹脂フィルム20の主面に、金属メッキ膜8を覆うようにしてセラミックスラリー31を塗布し、これを乾燥させて、金属メッキ膜8が埋設されたセラミックグリーンシート26を得るようにした本発明のメッキ膜形成装置を模式的に示す側面図である。

図9は、メッキ槽18が、陽極として機能する高電位領域18Aと、陰極として機能する低電位領域18Bとに区画されている本発明のメッキ膜形成装置を模式的に示す側面図である。

図10は、基体4の表面に複数の絶縁隔壁材35を所定の間隔で配置するとともに、絶縁材34上であって絶縁隔壁材35の間に、導電性膜6の上にマスク層7を形成したブロック部材36をはめ込むようにして基体4を構成した本発明のメッキ膜形成装置を模式的に示す側面図である。

図11は、基体4の表層部のみならず中核部をも含めてブロック化した本発明のメッキ膜形成装置を模式的に示す側面図である。

<発明を実施するための最良の形態>

以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

一積層コンデンサー

図1は本発明の電子部品の製造方法によって製作した積層コンデンサを示す断



面図である。同図に示す積層コンデンサ 1 は、複数の層に重ねられた誘電体層 4 と、各誘電体層 4 に形成された内部電極 3 と、誘電体層 4 を上下から挟む絶縁層 2 と、外部電極 5 とで構成されている。

この積層コンデンサ 1 は、所定の誘電率を有した誘電体層 4 に内部電極 3 を形成して、交互に積層して直方体形状の積層体を形成したものである。当該積層体の上下両面には、誘電体層 4 と同一材料からなる絶縁層 2 を形成している。更に前記積層体の両端部に内部電極 3 と電氣的に接続される外部電極 5 を被着・形成している。この積層コンデンサ 1 の外形は、例えば、巾 1.2 mm、長さ 2 mm、高さ 1.2 mm の寸法にて形成される。

前記誘電体層 4 は、セラミック材料又は有機材料により形成される。セラミック材料から成る場合、例えば、チタン酸バリウム、チタン酸カルシウム、チタン酸ストロンチウム等により形成される。有機材料から成る場合、例えば、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PEN（ポリエチレンナフタレート）、PP（ポリプロピレン）、PPS（ポリフェニレンサルファイド）等により形成される。誘電体層 4 の厚みは、例えば 1 層あたり 1.0  $\mu\text{m}$  ~ 4.0  $\mu\text{m}$  に設定され、その積層数は、例えば 30 層 ~ 600 層に設定される。なお、絶縁層 2 の材質としては、誘電体層 4 と同様のセラミック材料や有機材料が用いられる。

誘電体層 4 間に介在される内部電極 3 は、例えばニッケル、銅、銀、金、プラチナ、パラジウム、クロム、これら金属の合金等から成り、その厚みは、例えば 0.5  $\mu\text{m}$  ~ 2.0  $\mu\text{m}$  に設定される。

このような誘電体層 4 の材質や厚みや積層数、内部電極 3 の対向面積等は、所望する積層コンデンサの静電容量などによって適宜、決定される。

#### ーメッキ膜形成装置ー

上述した積層コンデンサは、図 2 ~ 図 4 に示すメッキ膜形成装置を用いて製造される。

図 2 は、本発明のメッキ膜形成装置を模式的に示す側面図、図 3 はこのメッキ膜形成装置に用いられる基体 9 を上（図 2 の A 方向）から見た平面図、図 4 はこのメッキ膜形成装置に用いられる基体表面の構造を示す拡大側断面図である。

メッキ膜形成装置は、メッキ槽 18 の中に基体 9 を回転可能に配置し、基体 9

に対してメッキ槽 18 と反対の側に転写手段を配置することにより構成されている。

以下、メッキ膜形成装置の各構成要素について説明する。なお、以下に述べる構成要素のうち、例えば洗浄手段、洗浄液吸引手段、メッキ液吸引手段及び循環装置は、本発明のメッキ膜形成装置における必須の構成要素ではなく、付加的な構成要素として位置づけられるものである。

＝基体＝

基体 9 はメッキ膜形成装置の陰極として機能する。例えば、ステンレス、鉄、アルミニウム、銅、ニッケル、チタン、タンタル、モリブデン等の導電性を備えた金属により形成されている。基体 9 の表面には、その全周にわたり導電性膜 6 (図 4 参照) が形成されており、該導電性膜 6 の表面には導電性膜 6 を所定パターンに露出させるマスク層 7 が形成される。以下、基体 9 の表面と導電性膜 6 とを含めて「基体の表面」ということがある。

このような基体 9 の表面は、円柱状であり、曲率半径は、例えば 50 mm ～ 2000 mm の範囲に設定され、その表面粗さは、例えば、最大高さ  $R_y$  でいえば  $0.5 \mu\text{m}$  以下に設定される。すなわち  $R_y \leq 0.5 \mu\text{m}$  である。

基体 9 の表面に形成される導電性膜 6 としては、例えば、比抵抗が  $10^{-2} \Omega \text{cm}$  以下の材料が用いられる。電解メッキの際の電流密度を均一にするためには、比抵抗が  $10^{-3} \Omega \text{cm}$  以下の材料が好ましい。比抵抗が  $10^{-3} \Omega \text{cm}$  以下の導電性膜 6 の材料として、例えば、窒化チタンアルミニウム、窒化クロム、窒化チタン、窒化チタンクロム、炭窒化チタン、炭化チタン、導電性 DLC (ダイヤモンド・ライク・カーボン) 等を用いることができる。また、前記導電性膜 6 の材料のうち、金属メッキ膜 8 の剥離性を良好となすには、窒化チタンアルミニウム、窒化クロム、窒化チタン、窒化チタンクロム、炭窒化チタン等で導電性膜 6 を形成するのが好ましい。特に、耐久性を高めるには、窒化チタン等で導電性膜 6 を形成するのが好ましい。なお、導電性膜 6 は、従来周知の薄膜形成法、例えば、スパッタリング法、イオンプレーティング法、化学的気相成長法 (CVD) 等によって基体 9 の表面に形成される。

導電性膜 6 の表面に形成されるマスク層 7 は、金属メッキ膜 8 の析出領域を規

制するためのものである。マスク層 7 は、十分な電気絶縁性を備えることが好ましい。例えば、その比抵抗は、 $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$  以上に設定するとよい。ビッカース硬度  $H_v$  は例えば 1000 以上、摩擦係数  $\mu$  は例えば 0.3 以下の材料を用いる。このような諸特性を満足する材料としては、例えば、アモルファス構造の

5 D L C や G L C (グラファイト・ライク・カーボン) 等が挙げられる。

このように、基体 9 の表面に金属メッキ膜 8 の析出領域を規制するマスク層 7 を形成しておくことにより、フォトエッチング等の煩雑な工程を経ることなく、基体 9 をメッキ液 19 に浸漬して、後述するメッキ槽 18 と基体 9 との間に電界を印加するだけで所望するパターンの金属メッキ膜 8 が容易に得られる。

10 前記マスク層 7 の厚みは、金属メッキ膜 8 の厚みと同じか、或いは、金属メッキ膜 8 の厚みよりもやや厚く形成することが好ましい。これは、マスク層 7 の厚みを越えて成長した金属メッキ膜 8 がマスク層 7 上に広がるのを防止するためである。

ここで、マスク層 7 の側面と底面との間に形成される角部の角度  $\alpha$  (図 4 参照)

15 は 90 度以下、例えば 90 度～85 度に設定しておくことが好ましい。このように 90 度以下に設定しておけば、基体 9 と接する金属メッキ膜 8 の下面の面積が、その上面の面積よりも小さくなることから、金属メッキ膜 8 を樹脂フィルム 20 等に転写する際、金属メッキ膜 8 の外周部がマスク層 7 に引っ掛かりにくくなり、金属メッキ膜 8 の剥離を容易することができる。

20 前記マスク層 7 は、例えば、D L C, G L C 等を従来周知のスパッタリング法、イオンプレーティング法、C V D 法等の薄膜形成法によって基体 9 の表面に所定厚みに被着・形成し、しかる後、従来周知のフォトエッチング法等を採用して、複数個の開口部を有したパターンに加工することによって形成される。前記開口部は、金属メッキ膜 8 の析出領域に対応する部位となる。

25 マスク層 7 の材質として用いられる D L C や G L C は、その電気抵抗が比較的高いことから、マスク層 7 の表面にメッキが析出することはない上に、表面の剥離性が良好で、摩擦抵抗も小さい。従って、金属メッキ膜 8 を被転写体である樹脂フィルム 20 等に対して転写する際、被転写体が損傷を受けることは少なくなる。このように、マスク層 7 の材質を選ぶことにより、基体 9 の耐久性が高めら

れ、長期にわたって繰り返し使用しても高品質の金属メッキ膜8を得ることができる。

以上のような基体9は、図2に示すように、回転軸10によって回転可能に支持されるようになっている。この回転軸10を電動機的主軸に連結して、電動機  
5 の回転運動を伝達することにより基体9を軸周りに回転させる。そしてこの回転軸10は、回転ブラシを介して電源装置11に接続され、これによって基体9に負の電圧が印加される。すなわち、基体9がメッキ膜形成装置の陰極として機能することとなる。

＝メッキ槽＝

10 メッキ槽18は、メッキ膜形成装置の陽極として機能し、また同時に、その内部でメッキ液19を満たすことによりメッキ浴を形成するための容器として機能する。

このようなメッキ槽18の内面形状と基体9の表面とは、両者間に一定の間隔が形成されるよう、両者は、略同心円状に設置されている。基体9の表面とメッキ槽18の内面との間隔は、例えば2mm～50mmに設定される。  
15

メッキ液19は、後述する循環装置15等によって基体9とメッキ槽18との間を所定の流速で流動するようになっている。かかるメッキ液19としては、ニッケルメッキ膜を形成する場合、内部応力の少ない金属メッキ膜8を得るのに適したスルファミン酸ニッケルメッキ液等が好適に用いられる。このようなスルファミン酸ニッケルメッキ液としては、例えば、塩化ニッケル30g/リットル、  
20 スルファミン酸ニッケル300g/リットル、ほう酸30g/リットルの組成を有した水溶液等が用いられ、そのpH値は、例えば3.0～4.2に設定される。特に内部応力の小さな金属メッキ膜8を得るには、pH値を3.5～4.0に設定するとともに、メッキ液19の温度を45℃～50℃に設定しておくことが好ましい。  
25

そして、このようなメッキ液19には、好ましくは、セラミックや樹脂等から成る非導電性微粒子30が添加される。

また、上述したメッキ液19には、必要に応じて、ホウ酸、ギ酸ニッケル、酢酸ニッケル等から成るpH緩衝剤や、ラウリル硫酸ナトリウム等から成るピット

防止剤、ベンゼンやナフタレン等の芳香族炭化水素にスルホン酸、スルホン酸塩、スルホンアミド、スルホンイミド等を付与した化学物質等から成る応力減少剤、芳香族スルホン酸やその誘導体から成る硬化剤、ブチンジオール、2ブチン1,4ジオール、エチレンシアンヒドリン、ホルムアルデヒド、クマリン、ピリミジン、ピラゾール、イミダゾール等から成る平滑剤等を適宜、添加して用いてもよい。応力減少剤としては、例えば、サッカリン、パラトルエンスルホンアミド、ベンゼンスルホンアミド、ベンゼンスルホンイミド、ベンゼンジスルホン酸ナトリウム、ベンゼントリスルホン酸ナトリウム、ナフタレンジスルホン酸ナトリウム、ナフタレントリスルホン酸ナトリウム等が用いられる。

上述したメッキ槽18と基体9との間に電位を印加して、従来周知の電解メッキ法を実施することができる。すなわち、陰極である基体9と陽極であるメッキ槽18の間に電位を加えることによって、基体9の表面のうち、マスク層7の存在しない領域に金属メッキ膜8が析出する。

また、メッキ槽18内のメッキ液19は、上述したように基体9とメッキ槽18との間を常に所定の方向に流動するようになっているため、金属メッキ膜8の膜質を均質なものとなすことができる利点がある。

＝転写手段＝

転写手段は、金属メッキ膜8を樹脂フィルム20の一主面に転写する樹脂フィルム転写手段と、セラミックグリーンシート26の一主面を、樹脂フィルム20に転写された金属メッキ膜8に付着させるセラミックグリーンシート転写手段とで構成されている。

樹脂フィルム転写手段は、送り出し部22と、加圧ロール23と、巻き取り部24とで構成されている。送り出し部22は、粘着層付きの樹脂フィルム20が巻かれたロール軸を電動機に連結して、この軸を所定の量だけ回転させて送り出すためのものである。加圧ロール23は、粘着層付きの樹脂フィルム20を回転しながら、基体9に加圧するためのものである。巻き取り部24は、加圧ロール23を通過して金属メッキ膜8が転写された粘着層付きの樹脂フィルム20を一定の力で巻き取るためのロールからなる。

加圧ロール 23 は、樹脂フィルム 20 を基体 9 に対して均等に加圧することができるよう、少なくとも表面部分がウレタンゴムコート、ネオプレンゴムコート、天然ゴムコート等の弾力材料によって被覆されていることが好ましい。加圧ロール 23 は、電動機に連結されない回転自在のものであってもよいし、電動機を連結して回転動作を行うようにしたものでもよい。

樹脂フィルム 20 は、例えば、厚み  $20\text{ }\mu\text{m}\sim 50\text{ }\mu\text{m}$  のポリエチレンテレフタレートフィルム (PET フィルム) 等からなり、その主面 (金属メッキ膜 8 を転写する面) に、厚み  $0.05\text{ }\mu\text{m}\sim 10\text{ }\mu\text{m}$  の粘着層 21 を形成したものが用いられる。粘着層 21 は、例えば、アクリル系 (溶剤系)、アクリルエマルジョン系 (水系)、ブチラール系、フェノール系、シリコン系、エポキシ系等の粘着剤を PET フィルム等の主面に塗布して乾燥することによって得られる。乾燥後の粘着力が例えば、 $0.1\text{ N/cm}$  となるように調整されたものを用いるのが好ましい。

また前記粘着層 21 は、比較的低温で確実に熱分解される材料により形成することが好ましい。具体的には、金属メッキ膜 8 が付着した場合であっても、焼成に際して熱分解するアクリル系 (溶剤系)、アクリルエマルジョン系 (水系)、ブチラール系の粘着剤を用いるのが好ましく、これらの中でも剥離性の良好なアクリル系粘着剤を用いるのが特に好ましい。このような粘着層 21 の粘着力は、例えば、 $0.005\text{ N/cm}\sim 1.0\text{ N/cm}$  に設定され、また転写性を良好とするには  $0.01\text{ N/cm}\sim 1.0\text{ N/cm}$  に設定することが好ましく、さらに剥離性を良好とするには  $0.01\text{ N/cm}\sim 0.2\text{ N/cm}$  に設定することが好ましい。

このような樹脂フィルム 20 を、送り出し部 22 によって基体 9 側へ順次供給し、その粘着層 21 が形成されている側を金属メッキ膜 8 が形成されている基体 9 の表面に対して、例えば、 $10\text{ N}$  の押圧力で加圧ローラ 23 にて加圧する。このことにより樹脂フィルム 20 上に金属メッキ膜 8 が転写される。その後、樹脂フィルム 20 は、巻き取り部 24 によって、基体 9 の表面の周速度と同じ速度で巻き取られる。

セラミックグリーンシート転写手段は、供給部 28 と、加圧ロール 27 と、収

納部 29 とで構成されている。供給部 28 は、セラミックグリーンシート 26 付きの樹脂フィルム 25 を巻いたロールの軸を電動機に連結して、この軸を所定の量だけ回転させて送り出す。加圧ロール 27 は、セラミックグリーンシート 26 を樹脂フィルム 20 上の金属メッキ膜 8 に所定の圧力で当接させる。これにより、

5 セラミックグリーンシート 26 が樹脂フィルム 20 の金属メッキ膜 8 の上に転写される。収納部 29 は、加圧ロール 27 を通過した樹脂フィルム 25 を一定の張力で巻き取る。前記加圧ロール 27 としては、先に述べた加圧ローラ 23 と同様の材質、構造のものが用いられる。

＝洗浄手段＝

- 10 洗浄手段 12 は、メッキ槽 18 から引き上げられた基体 9 の表面を洗浄するものである。具体的には、基体 9 の表面に形成された金属メッキ膜 8 やマスク層 7 の表面に残存するメッキ液 1 を洗い流すためのものである。

- この洗浄手段 12 は、金属メッキ膜 8 やマスク層 7 が形成された基体 9 の表面に洗浄液を供給する給液手段と、洗浄に供した洗浄液を回収する回収手段とで構成されている。給液手段によって、基体 9 の表面に近接して配された洗浄用箱体に洗浄液を供給し、その洗浄用箱体内で洗浄液を基体 9 の表面に吹き付けることにより残存メッキ液を基体 9 の表面より洗い流す。
- 15

- 洗浄液としては、例えば、水、アルコール、アセトン、トルエン等が用いられる。洗浄液中の不純物は 1000 ppm 以下に抑えることが好ましい。また、より一層高い洗浄効果を得るために、基体 9 の表面に空気を吹きつける空気供給手段を別途設けても構わない。
- 20

＝洗浄液吸引手段＝

- 洗浄液吸引手段 13 は、洗浄手段 12 に対し、基体 9 の回転方向下流側に配置されており、洗浄手段 12 によってメッキ液 19 を洗い流した後、金属メッキ膜 8 およびマスク層 7 の表面に残った洗浄液を完全に除去するためのものである。
- 25

かかる洗浄液吸引手段 13 はステンレス板等によって形成されており、その表面には吸引用の複数の穴が設けられ、これらの穴より吸引器を用いて吸引することにより、基体 9 の表面に残存した洗浄液を除去するようになっている。洗浄液吸引手段 13 の表面部分には、例えばウレタンスポンジや人工皮革等のように微

細な孔が形成されたものを取り付ける。なお、洗浄液吸引手段 13 の形状は円筒状、円柱状、平板状のいずれであっても構わない。

＝メッキ液吸引手段＝

メッキ液吸引手段 14 は、洗浄手段 12 に対して、基体 9 の回転方向上流側に  
5 配置されており、金属メッキ膜 8 やマスク層 7 の表面に残存するメッキ液 19 を除去するためのものである。

かかるメッキ液吸引手段 14 はステンレス板等によって形成されており、その表面には、先に述べた洗浄液吸引手段 13 と同様に、複数の穴が設けられ、これらの穴からメッキ液 19 を吸引するようになっている。メッキ液吸引手段 14 の  
10 表面部分も、洗浄液吸引手段 13 と同様の構造が採用される。なお、メッキ液吸引手段 14 の形状は円筒状、円柱状、平板状のいずれであっても構わない。

＝循環装置＝

循環装置 15 は、メッキ槽 18 に注入されているメッキ液 19 を循環させるためのものである。メッキ槽 18 の底面中央の、基体 9 の最下端部と対向する部位  
15 にメッキ液 19 の供給口 16 が設けられている。メッキ液 19 は、この供給口 16 より、メッキ槽 18 の中に供給される。メッキ液 19 は、基体 9 の回転方向下流側では基体 9 の表面に沿って基体 9 の回転方向と同じ方向に流動し、基体 9 の回転方向上流側では基体 9 の表面に沿って基体 9 の回転方向と逆の方向に流動し、メッキ槽 18 の両端より溢れ出す。溢れ出したメッキ液 19 は、その外側に配置  
20 された循環槽に排出される。そして、この循環槽に溜まったメッキ液 19 は、その底部に設けられた吸出し口 17 より吸出され、ポンプによって再び前記供給口 16 よりメッキ槽 18 の中に供給される。

なお、このようにメッキ液 19 が循環する過程に、ろ過フィルタを設けて異物を除去するようにしても良いし、メッキ液 19 の pH 値やメッキ液 19 の流量、  
25 非導電性微粒子の濃度等を必要に応じて調整するようにしても良い。

－電子部品の製造方法－

次に、上述したメッキ膜形成装置を用いて、積層コンデンサを製造する方法について、工程ごとに説明する。

＝工程 1＝



まず、電解メッキ法にて、上述した基体 9 の表面に、金属メッキ膜 8 を形成する。基体 9 の表面の断面形状は円形なので、金属メッキ膜 8 もその断面形状は、前記円と同じ曲率半径を持った凸曲面状に形成される。

5 基体 9 の下部領域が、メッキ槽 18 に注入されているスルファミン酸ニッケルメッキ液 19 等に浸漬されるようにして、基体 9 を所定の回転速度で回転軸 10 の周りに回転させながら、電流密度が、例えば、 $2\text{ A/dm}^2 \sim 15\text{ A/dm}^2$  となるようにメッキ槽 18 との間に所定の電位差を印加する。これにより、基体 9 の円形面に沿って、前述したマスク層 7 が形成されている領域を除いて金属メッキ膜 8 が凸曲面状に形成される。

10 このようにして形成される金属メッキ膜 8 は、ニッケル、銅、銀、金、プラチナ、パラジウム、クロム等やこれら金属の合金からなり、これらの金属材料の中でも耐熱性に優れたニッケルが積層コンデンサの内部電極 3 を形成する材料として好ましい。

15 以上のように、基体 9 を軸周りに回転させながら、メッキ槽 18 のメッキ液 19 に浸漬し、基体 9 とメッキ槽 18 との間に電界を印加して基体 9 の表面に金属メッキ膜 8 を連続的に形成することができ、これによって積層コンデンサの生産性が向上される。しかもこの場合、基体 9 とメッキ槽 18 との間の電流密度は略均一になることから、金属メッキ膜 8 を略一定の厚みで形成することもできるようになる。

20 またこの場合、メッキ液 19 中に、セラミックや樹脂からなる多数の非導電性微粒子 30 を多数添加すれば、このような非導電性微粒子 30 は、その一部が基体 9 と接するようにして金属メッキ膜 8 中に埋設される。その結果、非導電性微粒子 30 を含んだ金属メッキ膜 8 が形成される。

25 そして、基体 9 は、基体 9 の表面に形成された金属メッキ膜 8 が基体 9 の回転によってメッキ液 19 中より引き上げられた後、メッキ液吸引手段 14、洗浄手段 12 及び洗浄液吸引手段 13 によって洗浄され、乾燥される。

=工程 2 =

次に、工程 1 により得た金属メッキ膜 8 を、一旦、樹脂フィルム 20 上に転写する。

このような樹脂フィルム 20 は、送り出し部 22 によって基体 9 側へ順次供給される。樹脂フィルム 20 の粘着層 21 が形成されている面を、金属メッキ膜 8 が形成されている基体 9 の表面に対し加圧ローラ 23 によって、例えば、10 N の押圧力で加圧する。これによって樹脂フィルム 20 上に金属メッキ膜 8 を転写させる。その後、樹脂フィルム 20 は巻き取り部 24 によって巻き取られる。

このとき、金属メッキ膜 8 は、工程 1 において、円形状の基体 9 の表面上に断面が凸曲面状をなすように形成されることから、金属メッキ膜 8 を樹脂フィルム 20 に析出させる際、金属メッキ膜 8 中に内部応力（引張応力）が生じて、得られた金属メッキ膜 8 を基体 9 より剥離させ樹脂フィルム 20 に析出させると、凸曲面状の金属メッキ膜 8 は樹脂フィルム 20 上で平坦化する方向に変形する。したがって、金属メッキ膜 8 は、平らな樹脂フィルム 20 上に、歪を生ずることなく、平坦な状態で形成される。

また、基体 9 上の金属メッキ膜 8 に、上述した如くセラミックや樹脂からなる多数の非導電性微粒子 30 を添加すれば、これらの非導電性微粒子 30 は基体 9 との密着性に乏しいことから、金属メッキ膜 8 を基体 9 より比較的容易に剥離させることができる。

なお、金属メッキ膜 8 の剥離性を向上させるには、メッキ析出面（導電性膜 6 と接する部位）に非導電性微粒子 30 が数多く配置されるように非導電性微粒子 30 を分布させておくことが好ましい。特に、金属メッキ膜 8 の表面に露出する非導電性微粒子 30 の露出面積が、金属メッキ膜 8 の総面積に対して 0.01% ~ 40% の割合となるようにしておくことが、金属メッキ膜を基体から容易に剥離でき、金属メッキ膜の変形を未然に防止することができる点から好ましい。なお、この値が 0.01% 未満であると、金属メッキ膜 8 における金属成分の析出割合が多くなって基体 9 との密着力を十分に低下させることが困難になり、基体表面から金属メッキ膜を剥離する際に、金属メッキ膜が変形する場合がある。また 40% を超えると、金属メッキ膜 8 中の金属成分が少なくなることによって金属メッキ膜自体の機械的強度が低下するので、基体表面から金属メッキ膜を剥離する際に、金属メッキ膜にクラックが生じる場合がある。

このような非導電性微粒子 30 としてセラミック材料を用いる場合は、誘電体

シートとして用いられるセラミックグリーンシート 26 のセラミック材料と同材質のものが好適である。

他方、非導電性微粒子 30 として樹脂の微粒子を用いる場合は、セラミックグリーンシート 26 に含まれる有機バインダと同材質のものが好適である。

- 5      なお、非導電性微粒子 30 の大きさとしては、金属メッキ膜 8 の厚みよりも小さい平均粒径のものをを用いることが好ましい。このようにしておけば、金属メッキ膜 8 を基体 9 から剥離させる際、金属メッキ膜 8 が変形するのを有効に防止することができる。

- また、このような非導電性微粒子 30 として、セラミック材料から成る非導電性微粒子 30 と樹脂材料から成る非導電性微粒子 30 とを混合して用いても構わない。
- 10

＝工程 3 ＝

- 次に、金属メッキ膜 8 が転写されている樹脂フィルム 20 上に、更に誘電体シートとしてのセラミックグリーンシート 26 を圧着させることにより、セラミックグリーンシート 26 を金属メッキ膜 8 上に付着させる。
- 15

- セラミックグリーンシート 26 は、例えば、厚み  $12\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$  の PET フィルム等から成る樹脂フィルム 25 上に支持された状態で、供給部 28 のロールに巻き取られている。セラミックグリーンシート 26 が樹脂フィルム 20 との合流位置まで供給されると、双方の樹脂フィルム 20, 25 が重ね合わせられ、樹脂フィルム 20 上の金属メッキ膜 8 と接する。この部分を加圧ローラ 27 に内
- 20
- 設しておいたヒータによって約  $70^{\circ}\text{C}$  の温度で加熱しつつ、樹脂フィルム 25 を加圧ローラ 27 によって約  $100\text{N}$  の押圧力で樹脂フィルム 20 側へ加圧する。このことによりセラミックグリーンシート 26 が金属メッキ膜 8 に付着される。その後、セラミックグリーンシート 26 が剥ぎ取られた樹脂フィルム 25 は、収
- 25
- 納部 29 によって巻き取られる。

このように、金属メッキ膜 8 を、一旦、樹脂フィルム 20 上に転写した後、その上からセラミックグリーンシート 26 を重ねて付着させれば、セラミックグリーンシート 26 が硬質材料により形成されている基体表面のマスク層 7 に対して直接、接触することはないことから、セラミックグリーンシート 26 をマスク層

7との接触により損傷させることなく、セラミックグリーンシート26を金属メッキ膜8上に良好に付着させることができる。

また、金属メッキ膜8は、基体9より剥離させたとき、前述したように平坦化する方向に変形していることから、かかる金属メッキ膜8にセラミックグリーンシート26の主面を転写しても、セラミックグリーンシート26や金属メッキ膜8に、変形やクラックが発生するのが有効に防止される。したがって、積層コンデンサ1の生産性向上に供することができる。

なお、樹脂フィルム25上に支持されたセラミックグリーンシート26は、例えば、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ の厚みに形成され、セラミック材料粉末に有機溶媒、有機バインダ等を添加・混合して得た所定のセラミックスラリーを、焼成後の厚さが $2\mu\text{m}$ 程度となるように従来周知のコーティング法または印刷法等によって樹脂フィルム25の主面に塗布した後、これを乾燥させることによって得られる。

樹脂フィルム25は、厚み $38\mu\text{m}$ のPETフィルムが用いられる。このような樹脂フィルム25の一主面に、焼成後の厚みが、例えば $2\mu\text{m}$ となるようにセラミックスラリーを塗布し乾燥させて、セラミックグリーンシート26付きの樹脂フィルム25を用意する。次に、樹脂フィルム25のセラミックグリーンシート26を樹脂フィルム20上の金属メッキ膜8に接するように当接させて、この当接部を半径 $100\text{mm}$ 、長さ $250\text{mm}$ の加圧ローラ27にて $100\text{N}$ 、 $70^\circ\text{C}$ の加圧条件で挟み込み、セラミックグリーンシート26を金属メッキ膜8付き樹脂フィルム20に圧着させる。その後、セラミックグリーンシート26は樹脂フィルム25より剥離される。

=工程4=

次に、前述の工程3で得た金属メッキ膜8付きのセラミックグリーンシート26を複数枚準備して、例えば、 $60^\circ\text{C}$ の温度で加熱しながら $0.9\text{MPa}$ の圧力で仮圧着し、その後、従来周知の静水圧プレス等によって $70^\circ\text{C}$ の温度、 $50\text{MPa}$ の圧力で圧着させることによって、積層体を形成する。

=工程5=

そして最後に、工程4で得た積層体を所定形状に切断し、得られた個片を高温で焼成する。

積層体の焼成は、金属メッキ膜 8 を形成している金属の融点よりも低く、かつ、焼成中少なくとも一時点において、該金属の再結晶温度よりも高い温度になるようにして行う。これによってセラミックグリーンシート 26 は積層コンデンサの誘電体層 4 となり、金属メッキ膜 8 は内部電極 3 となる。

- 5      ここで、金属の再結晶とは、加工した金属材料を加熱すると、その金属がある温度を境に急激に軟化して、内部歪みを軽減するように安定化する現象のことである。この再結晶が開始する温度のことを再結晶温度という。例えばニッケルの場合、再結晶温度は 530℃～660℃、融点は 1458℃、また銅の場合、再結晶温度は 200℃～250℃、融点は 1083℃、また金の場合、再結晶温度は約 200℃、融点は 1060℃である。従って、金属メッキ膜 8 がニッケルから成る場合、積層体の焼成は、例えば、1300℃の温度で行われる。
- 10      このように金属メッキ膜 8 を、該金属メッキ膜 8 を形成する金属の融点より低い温度で焼成することにより、焼成時に金属メッキ膜 8 が熔けて金属メッキ膜 8 が分断されるといった不都合が確実に防止され、連続性に優れた内部電極 3 を形成することができる。

- 15      またこの場合、積層体を焼成する際のピーク温度は、金属メッキ膜 8 を形成している金属の再結晶温度よりも高く設定されているため、焼成時に金属メッキ膜 8 を形成している金属の再結晶化が進むことで金属が適度に軟化し、セラミックグリーンシート 26 中のセラミック粒子が金属メッキ膜 8 の表面に入り込む。このことによって金属メッキ膜 8 とセラミックグリーンシート 26 との密着力が向上し、その結果、構造欠陥の少ない積層コンデンサが得られるようになる。
- 20      しかもこの場合、金属メッキ膜 8 中には非導電性微粒子 30 が一部を埋設されているため、非導電性微粒子 30 としてセラミック材料を用いた場合には、非導電性微粒子 30 がセラミックグリーンシート 26 の焼成時に同時焼成され、セラミックグリーンシート 26 に含まれるセラミック成分と焼結して一体化される。

- 25      その結果、金属メッキ膜 8 とセラミックグリーンシート 26 との密着性が向上する。また、非導電性微粒子 30 として樹脂材料を用いた場合には、非導電性微粒子 30 がセラミックグリーンシート 26 の焼成時に焼失して空隙を形成し、この空隙に、セラミックグリーンシート 26 中のセラミック成分が拡散することから、

この場合も金属メッキ膜 8 とセラミックグリーンシート 26 との密着性が向上する。

＝工程 6 ＝

- 5     そして最後に、積層体の両端部に、外部電極用の導体ペーストを従来周知のディッピング法等によって塗布し、これを焼成した後、その表面にメッキ処理を施すことによって外部電極 5 が形成され、これによって製品としての積層コンデンサ 1 が完成する。

－製造方法の変形例 1－

- 10   次に本発明の他の実施形態について図 5 を用いて説明する。なお、先に述べた電子部品の製造方法と同様の工程については重複する説明を省略し、またメッキ膜形成装置の構成についても同一の参照符を付して重複する説明を省略することとする。

- 15   本実施形態が先に述べた製造方法と異なる点は、樹脂フィルム 20 に、一旦、転写した金属メッキ膜 8 を、樹脂フィルム 25 上に保持されているセラミックグリーンシート 26 の表面に再度転写させることようにした点である。

この場合、金属メッキ膜 8 が転写されたセラミックグリーンシート 26 は収納部 29 によって樹脂フィルム 26 ごと巻き取られ、以後の工程に使用される。

このような第 2 実施形態においても、先に述べた第 1 実施形態と全く同様の効果が得られる。

- 20   －製造方法の変形例 2－

次に本発明の他の実施形態について図 6 を用いて説明する。なお、先に述べた電子部品の製造方法と同様の工程については重複する説明を省略し、またメッキ膜形成装置の構成についても同一の参照符を付して重複する説明を省略することとする。

- 25   本実施形態が先に述べた製造方法と異なる点は、基体 9 上に析出させた金属メッキ膜 8 を、樹脂フィルム 25 上で保持されているセラミックグリーンシート 26 の主面に直接、転写するようにした点である。すなわち、セラミックグリーンシート 26 が保持された PET フィルム等から成る樹脂フィルム 25 を、送り出し部 22 のロールから送り出して、加圧ロール 23 によって基体 9 に圧着させる。

これにより、基体 9 に形成された金属メッキ膜 8 が樹脂フィルム 2 5 上で保持されているセラミックグリーンシート 2 6 の主面に転写される。巻き取り部 2 4 は、加圧ロール 2 3 を通過して金属メッキ膜 8 が転写された樹脂フィルム 2 5 を巻き取る。

5      このような実施形態においても、先の実施形態と全く同様の効果が得られる。

またこの場合、メッキ膜形成装置に用いられる基体 9 のマスク層 7 を DLC や GLC 等により形成しておけば、セラミックグリーンシート 2 6 がマスク層 7 の表面に付着することは殆どないため、安定した転写を繰り返すことができる。

#### －製造方法の変形例 3－

10      次に本発明の他の製造方法について図 7 を用いて説明する。

いままでの方法では、金属メッキ膜 8 が転写された樹脂フィルム上の、金属メッキ膜 8 が存在しない部分には、何も膜が形成されていなかった。このため、樹脂フィルム上に金属メッキ膜 8 が形成されている部分と何も形成されていない部分には、段差が生じていた。

15      図 7 は、基体 9 から金属メッキ膜 8 が転写された、粘着層 2 1 を有する樹脂フィルム 2 0 に対して、金属メッキ膜 8 の存在しない部分に、段差を埋めるための薄い誘電体シート 4 3 を形成する方法を説明するための断面図である。

樹脂フィルム 2 0 の送給途中には、樹脂フィルム 2 0 を表裏から加圧するための一対のローラ 4 0, 4 1 が配置されている。樹脂フィルム 2 0 の金属メッキ膜

20      8 が形成された主面に接するローラ 4 0 には、金属メッキ膜 8 と略等しい厚みの誘電体シート 4 3 が支持された樹脂フィルム 4 2 が送られてくる。誘電体シート 4 3 は、セラミックグリーンシートであることが好ましい。

誘電体シート 4 3 は、ローラ 4 0 の圧力によって、樹脂フィルム 2 0 の一主面に押圧される。このとき、誘電体シート 4 3 を、金属メッキ膜 8 の存在する部位  
25      と存在しない部位の双方に対して押圧することにより、金属メッキ膜 8 のエッジの切断力を利用して、樹脂フィルム 2 0 の一主面のうち金属メッキ膜 8 の存在しない部位にのみ誘電体シート 4 3 を選択的に付着させることができる。

このようにして、樹脂フィルム 2 0 の上に、誘電体シート 4 3 が埋設された平らな金属メッキ膜 8 を得ることができる。この誘電体シート 4 3 が埋設された平

らな金属メッキ膜 8 の上に、図 2 や図 5 で説明したセラミックグリーンシート転写手段を用いて、セラミックグリーンシート 26 を転写する。

このような方法においても、先に述べた実施形態と全く同様の効果が得られることに加え、金属メッキ膜 8 とセラミックグリーンシート 26 と間に大きな隙間  
5 ができることがない。したがって、これを樹脂フィルム 20 より剥離させた上、複数枚積層することにより、これを熱処理して積層型電子部品を製作しても、デラミネーションや電極の湾曲による電気不良が生じるのを有効に防止することができ、信頼性及び生産性に優れたセラミック電子部品が得られる。

#### －製造方法の変形例 4－

10 次に本発明の他の製造方法について図 8 を用いて説明する。

本実施形態が今までの実施形態と異なる点は、金属メッキ膜 8 をセラミックグリーンシート 26 の内部に埋設させて形成するようにした点である。

この製造方法は、図 8 の拡大図に示すように、金属メッキ膜 8 が転写された樹脂フィルム 20 の主面に、ノズル 32 から、金属メッキ膜 8 を覆うようにしてセラミックスラリー 31 を塗布し、これを、加熱器 33 を用いて乾燥させて、金属  
15 メッキ膜 8 が埋設されたセラミックグリーンシート 26 を得る。

得られた、金属メッキ膜 8 が埋設されたセラミックグリーンシート 26 を複数枚積層することによりセラミックグリーンシート 26 の積層体が形成され、これを図示しない加熱炉の中で熱処理することによって積層型電子部品が製作され  
20 る。

このような実施形態においても、先に述べた実施形態と全く同様の効果が得られることに加え、上述のようにして得られるセラミックグリーンシート 26 には、金属メッキ膜の存在する部位と存在しない部位との間に大きな段差が存在しないため、このようなセラミックグリーンシート 26 を複数枚積層して積層体を形成  
25 しても、その内部に埋設される金属メッキ膜の変形は有効に抑制され、電氣的不良やデラミネーションの発生が有効に防止される利点もある。

#### －メッキ膜形成装置の変形例 1－

次に本発明の他の実施形態について図 9 を用いて説明する。

本実施形態の特徴は、メッキ槽 18 が、陽極として機能する高電位領域 18A



と、陰極として機能する低電位領域 18 B とに区画されている点である。

即ち、基体 9 に電源 6 A の陰極を、メッキ槽 18 の高電位領域 18 A に電源 6 A の陽極を接続している。さらに、基体 9 に電源 6 B の陽極を、メッキ槽 18 の低電位領域 18 B に電源 6 B の陰極を接続している。電源 6 A の陰極と電源 6 B の陽極とは共通に接続される。

マスク層 7 の存在しない基体 9 の表面に金属メッキ膜 8 を析出させた後、電源 6 B の逆の電位を用いて、一旦形成された金属メッキ膜 8 の表面部分、特に金属メッキ膜 8 と基体 9 及びマスク層 7 との接触部分を、メッキ液 19 中で再溶解させる。このことにより、金属メッキ膜 8 と基体 9 及びマスク層 7 との間に微小な隙間が生じて、金属メッキ膜 8 の剥離性が向上し、被転写材への転写の精度を上げることができる。

上述したメッキ槽 18 は、例えばその中央部に塩化ビニルなどからなる絶縁部材 16 A を介在させることで、高電位領域 18 A と低電位領域 18 B とを電氣的に分離させる。絶縁部材 16 A としては、上述の塩化ビニル以外にもポリテトラフルオロエチレン等を用いることができる。その比抵抗値は、両領域で金属メッキ膜 8 の析出・再溶解を適切に行えるように十分な絶縁性を保つため、1000  $\Omega$  m 以上の材料を用いることが好ましい。また絶縁部材 16 A は、耐薬品性を有する材料であることが好ましく、特に耐酸性の性質を有するものが好ましい。

また、メッキ槽 18 と基体 9 との間で、前記絶縁部材 16 A の上に、基体 9 表面との間に所定の間隔をあけて、各領域に対応するメッキ液同士を互いに隔離するための隔壁部材 16 B を形成してもよい。この隔壁部材 16 B で各領域に対応するメッキ液同士を互いに隔離することにより、両領域に対応する電界が互いに干渉することがないので、各々の領域におけるメッキ液の析出・再溶解をより適切に行うことができる。

前記絶縁部材 16 A 及び前記隔壁部材 16 B は、同一の材料により絶縁隔壁材料 16 として一体的に形成しても良い。この絶縁隔壁材料 16 は、後述する循環装置 15 の一部であるメッキ液供給口として用いることもできる。この場合には、絶縁隔壁材料 16 は中空で、且つメッキ槽 18 中のメッキ液 19 側にメッキ液を供給するための開口部を有するように構成すればよい。

なお、絶縁隔壁部材 16 を複数設けることにより、メッキ槽 18 の領域をさらに細かく区画するようにしても良い。このようにすることで、複数の電界を目的に応じてより適切に制御することができ、所望の金属メッキ膜を形成することが可能となる。

## 5      ーメッキ膜形成装置の変形例 2ー

次に本発明の他の実施形態に係るメッキ膜形成装置について図 10、図 11 を用いて説明する。

本実施形態が今までの実施形態と異なる点は、メッキ膜形成装置に使用される基体 9 の表面が、少なくとも表層部において、基体 9 の中核部に対して着脱可能  
10 に支持された複数のブロックに区画されている点である。

例えば、図 10 に示すように、基体 4 の表面側全面を覆うように絶縁材 34 を形成し、さらに絶縁材 34 上に複数の絶縁隔壁材 35 を所定の間隔で配置するとともに、絶縁材 34 上であって絶縁隔壁材 35 の間に、導電性膜 6 の上にマスク層 7 を形成したブロック部材 36 を、接着剤などを用いてはめ込むようにして基  
15 体 4 を構成している。

また、メッキ液 19 中で異なる位置に導電ローラ 37A、37B が設けられている。導電ローラ 37A、37B は、それぞれ電源装置 6A、6B を介して、メッキ槽 18 の高電位領域 18A 及び低電位領域 18B に接続されている。導電ローラ 37A に当接したブロック部材 36 は、メッキ槽 18 に対して正の高電位となり、導電ローラ 37B に当接したブロック部材 36 は、メッキ槽 18 に対して  
20 負の低電位となる。

また、図 11 に示すように、基体 4 の表層部のみならず中核部をも含めてブロック部材 36 として構成し、個々のブロック部材 36 は、基体 4 の中心部から表面へ向かって放射状に貫く絶縁隔壁材 35 を介するようにしても良い。

25      高電位領域 18A において、マスク層 7 の存在しない基体 9 の表面に金属メッキ膜 8 を析出させた後、低電位領域 18B において、逆の電位を用いて、一旦形成された金属メッキ膜 8 の表面部分、特に金属メッキ膜 8 と基体 9 及びマスク層 7 との接触部分を、メッキ液 19 中で再溶解させる。これにより、メッキ液 19 から引き上げた金属メッキ膜 8 は、金属メッキ膜 8 と基体 9 及びマスク層 7 との

間に微小な隙間が生じて、金属メッキ膜 8 の剥離性が向上し、被転写材（樹脂フィルム）への転写の精度を上げることができる。

- 5      また、マスク層 7 などを、小さな表面積を有するブロック部材 3 6 に対して形成すればよい。また、簡素な設備でブロック部材 3 6 にマスク層 7 などを作製することが可能となる。また、基体表面に形成されるマスク層 7 が部分的に摩耗した場合などに、当該ブロック部材のみの交換が可能となり、メンテナンス性にも優れるという利点がある。

なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良等が可能である。

- 10      例えば、上述の実施形態においては、積層コンデンサを製造する場合を例にとって説明したが、積層コンデンサ以外の電子部品、例えば、インダクタ、フィルタ、回路基板等の他の電子部品を製造する場合においても本発明が適用可能であることは言うまでもない。

## 請 求 の 範 囲

1. 表面の形状が凸曲面状の基体を用意し、  
当該基体の表面に金属メッキ膜を析出させ、  
当該金属メッキ膜を前記基体より剥離させることによって金属メッキ膜を得る
- 5 金属メッキ膜の形成方法。
2. 前記基体が円柱状の表面を有しており、  
前記基体の表面に金属メッキ膜を析出させる工程は、  
前記基体の表面の一部をメッキ槽中のメッキ液に浸漬し、前記基体を軸周りに  
回転させながら、前記基体と前記メッキ槽との間に電界を印加する請求項 1 に記
- 10 載の金属メッキ膜の形成方法。
3. 前記基体の表面に、前記金属メッキ膜の析出領域を規制するマスク層が形  
成されており、該マスク層がダイヤモンド・ライク・カーボン（DLC）もしくは  
グラファイト・ライク・カーボン（GLC）から成っている請求項 1 または請  
求項 2 に記載の金属メッキ膜の形成方法。
- 15 4. 前記金属メッキ膜中に非導電性微粒子が含有されている請求項 1 から請求  
項 3 のいずれかに記載の金属メッキ膜の形成方法。
5. 基体の表面に金属メッキ膜を析出させる工程 A と、  
当該金属メッキ膜を前記基体より剥離させて、当該金属メッキ膜と誘電体シー  
トとを互いに付着させる工程 B と、
- 20 前記金属メッキ膜が形成された誘電体シートを、前記金属メッキ膜を形成して  
いる金属の融点よりも低い温度で熱処理することによって、誘電体層上に導体層  
が被着された部分を備えた電子部品を得る工程 C と、を含む電子部品の製造方  
法。
6. 前記工程 B は、前記基体より当該金属メッキ膜を剥離させて樹脂フィルム
- 25 に転写する工程と、当該樹脂フィルムに転写された金属メッキ膜上に、誘電体シ  
ートを付着させる工程とを含む請求項 5 に記載の電子部品の製造方法。
7. 前記工程 B は、前記基体より当該金属メッキ膜を剥離させて樹脂フィルム  
に転写する工程と、当該樹脂フィルムに転写された金属メッキ膜を、誘電体シー  
ト上に再度転写する工程とを含む請求項 5 に記載の電子部品の製造方法。

8. 前記工程Bは、前記基体より当該金属メッキ膜を剥離させ、誘電体シートが形成された樹脂フィルムの誘電体シート上に直接転写する工程を含む請求項5記載の電子部品の製造方法。

5 9. 前記工程Bは、前記基体より当該金属メッキ膜を剥離させて樹脂フィルムに転写する工程と、当該樹脂フィルムに転写された金属メッキ膜を覆うように、誘電体スラリーを付着させる工程と、誘電体スラリーが付着した樹脂フィルムを加熱して乾燥させる工程とを含む請求項5記載の電子部品の製造方法。

10. 前記工程Cにおける熱処理時のピーク温度が金属メッキ膜を形成している金属の再結晶温度よりも高い請求項5に記載の電子部品の製造方法。

10 11. 前記工程Bは、当該金属メッキ膜を前記基体より剥離させて樹脂フィルムに転写した後、その樹脂フィルムに対し、その金属メッキ膜が形成された面の、金属メッキ膜の存在する部位と存在しない部位の双方に対して、金属メッキ膜と略等しい厚みの誘電体シートを押圧して、樹脂フィルムの金属メッキ膜の存在しない部位に誘電体シートを選択的に付着させる工程を含む請求項5に記載の電子  
15 部品の製造方法。

12. 前記基体は円柱状の表面を有しており、前記工程Aは、前記基体の表面の一部をメッキ槽中のメッキ液に浸漬し、前記基体を軸周りに回転させながら、前記基体と前記メッキ槽との間に電界を印加する請求項5から請求項11のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

20 13. 前記基体の表面に、前記金属メッキ膜の析出領域を規制するマスク層が形成されており、該マスク層がダイヤモンド・ライク・カーボン(DLC)もしくはグラファイト・ライク・カーボン(GLC)から成っている請求項5から請求項12のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

25 14. 前記メッキ液は非導電性微粒子を含んで成り、前記工程Aにおいて、当該非導電性微粒子が、基体表面に析出した金属成分に付着することによって、非導電性微粒子を含む金属メッキ膜が形成される請求項5から請求項13のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

15. メッキ液が注入されるメッキ槽と、  
円柱状の表面を有し、表面の一部が前記メッキ液に浸漬されるように配置され

た回転可能な基体と、

前記基体と前記メッキ槽の間に電界を印加する電解印加手段と、

前記基体の回転方向下流側に、前記メッキ液より引き上げた基体表面上の金属メッキ膜を、被転写材を基体に対して押圧する転写手段とを有するメッキ膜形成装置。

16. 前記被転写材は樹脂フィルムであり、当該樹脂フィルムに転写された金属メッキ膜上に、誘電体シートを付着させる第2の転写手段をさらに含む請求項15記載のメッキ膜形成装置。

17. 前記被転写材は樹脂フィルムであり、当該樹脂フィルムに転写された金属メッキ膜を、誘電体シート上に転写する第3の転写手段をさらに含む請求項15記載のメッキ膜形成装置。

18. 前記被転写材は、誘電体シートが形成された樹脂フィルムである請求項15記載のメッキ膜形成装置。

19. 前記被転写材は樹脂フィルムであり、当該樹脂フィルムに転写された金属メッキ膜を覆うように、誘電体スラリーを付着させるスラリー付着手段と、誘電体スラリーが付着した樹脂フィルムを加熱して乾燥させる手段とをさらに含む請求項15記載のメッキ膜形成装置。

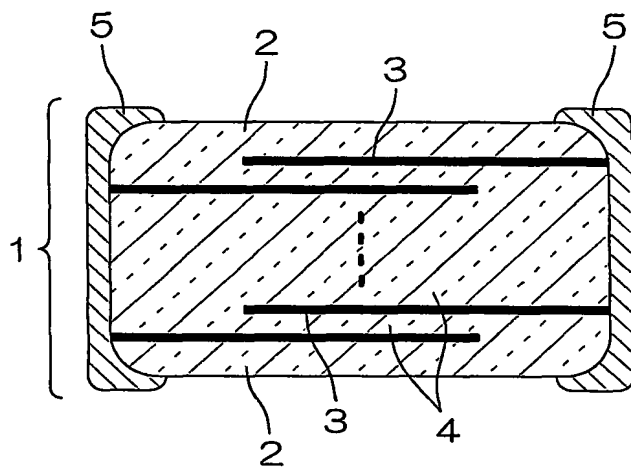
20. 前記基体の表面が、前記基体の中核部に対して着脱可能に支持された複数のブロックに区画されている請求項15から請求項19のいずれかに記載のメッキ膜形成装置。

21. 前記メッキ槽に、前記基体よりも正の電位に保持されて基体表面に金属メッキ膜を析出させる第1の電位領域と、該第1の電位領域よりも前記基体の回転方向下流側に位置し、且つ、前記基体よりも負の電位に保持されて基体表面に析出した金属メッキ膜の表層部を前記メッキ液中に再溶解させる第2の電位領域とを設けた請求項15から請求項20のいずれかに記載のメッキ膜形成装置。

22. 前記第1の電位領域及び第2の電位領域間に絶縁部材を介在させて両領域を電氣的に分離した請求項21に記載のメッキ膜形成装置。

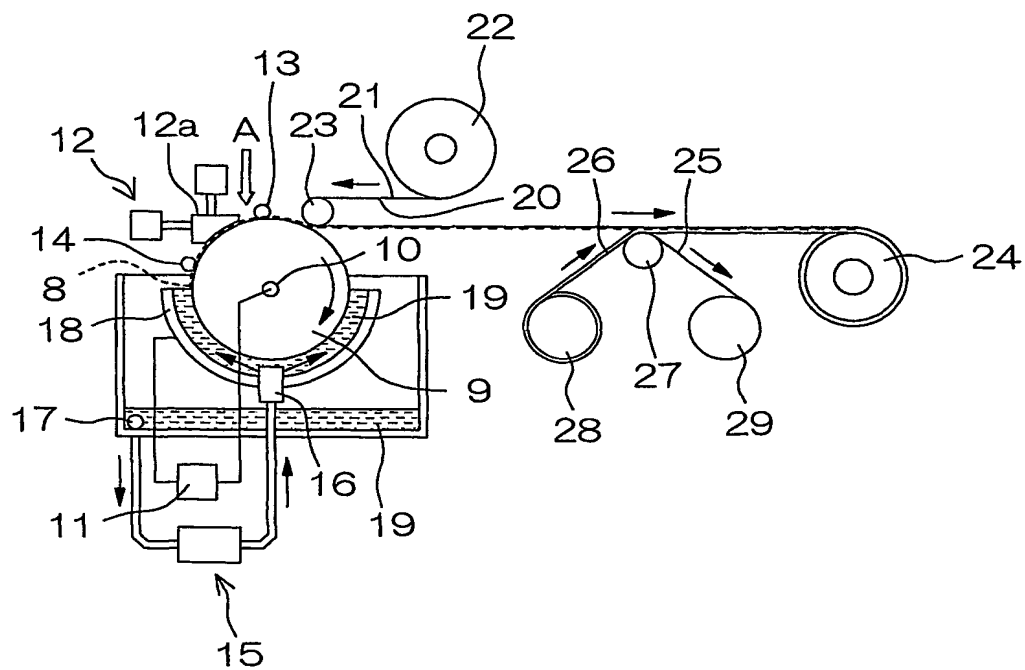
1/9

図 1



2/9

図 2





3/9  
図 3

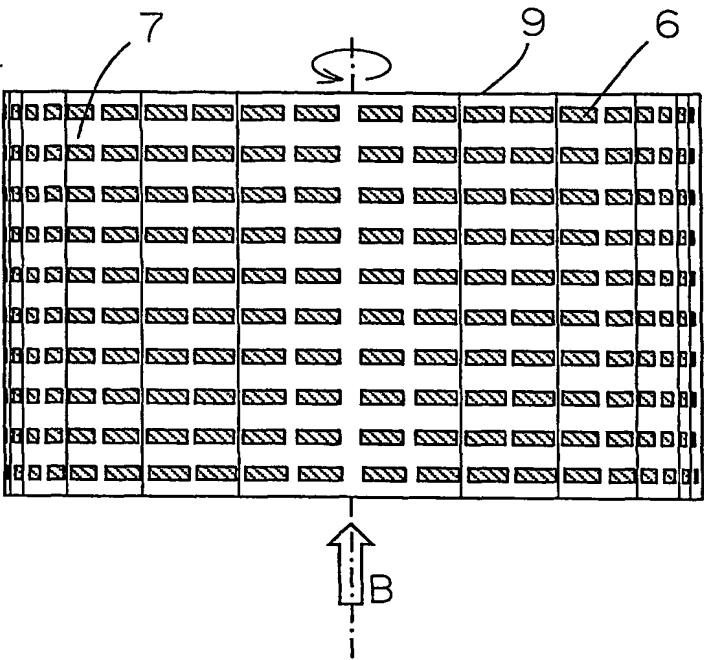
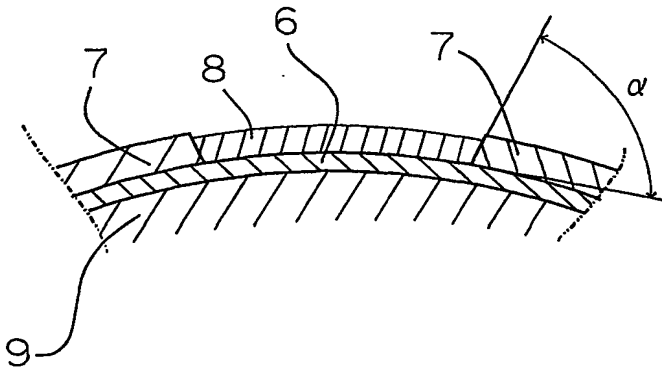
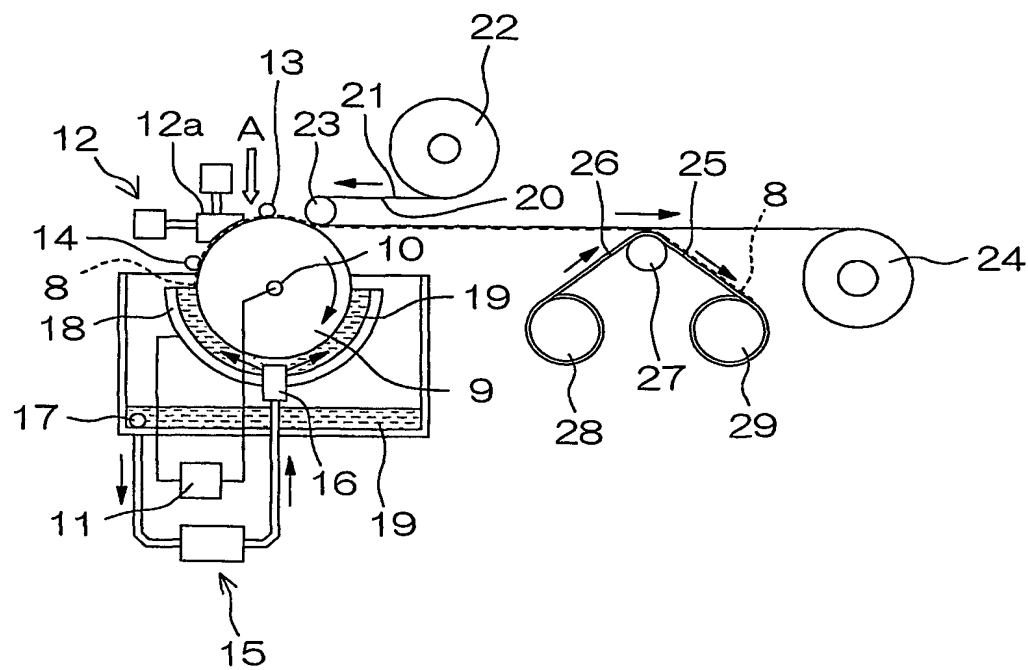


図 4



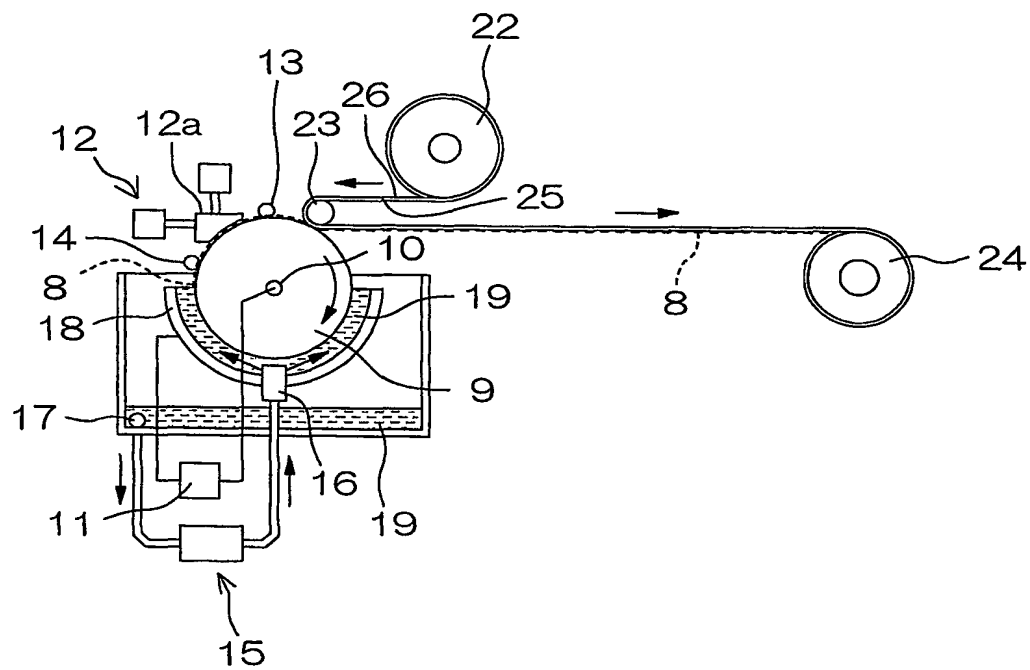
4/9

図 5



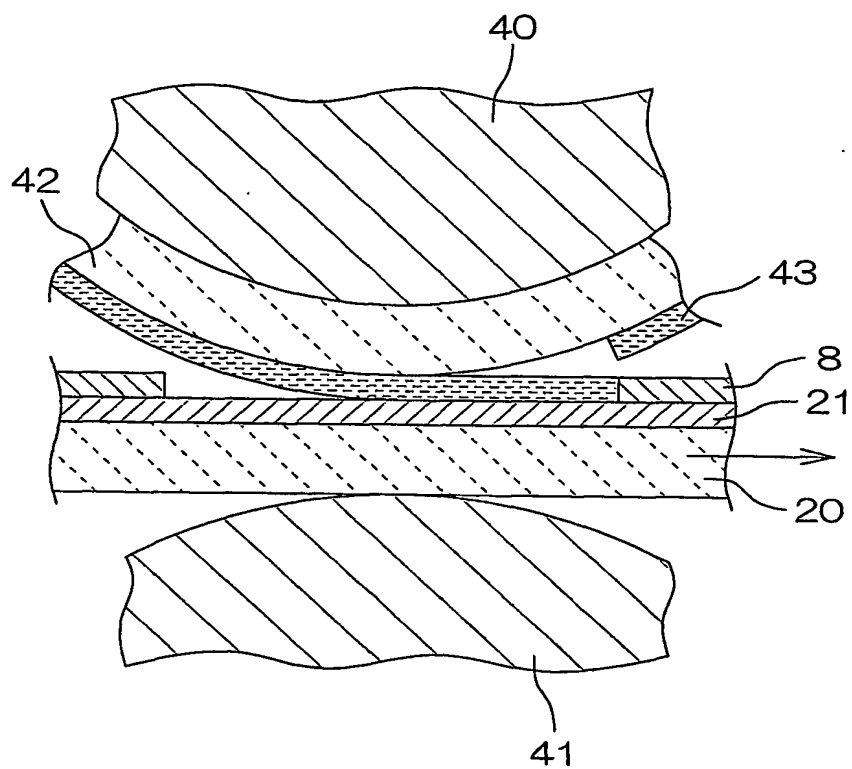
5/9

図 6



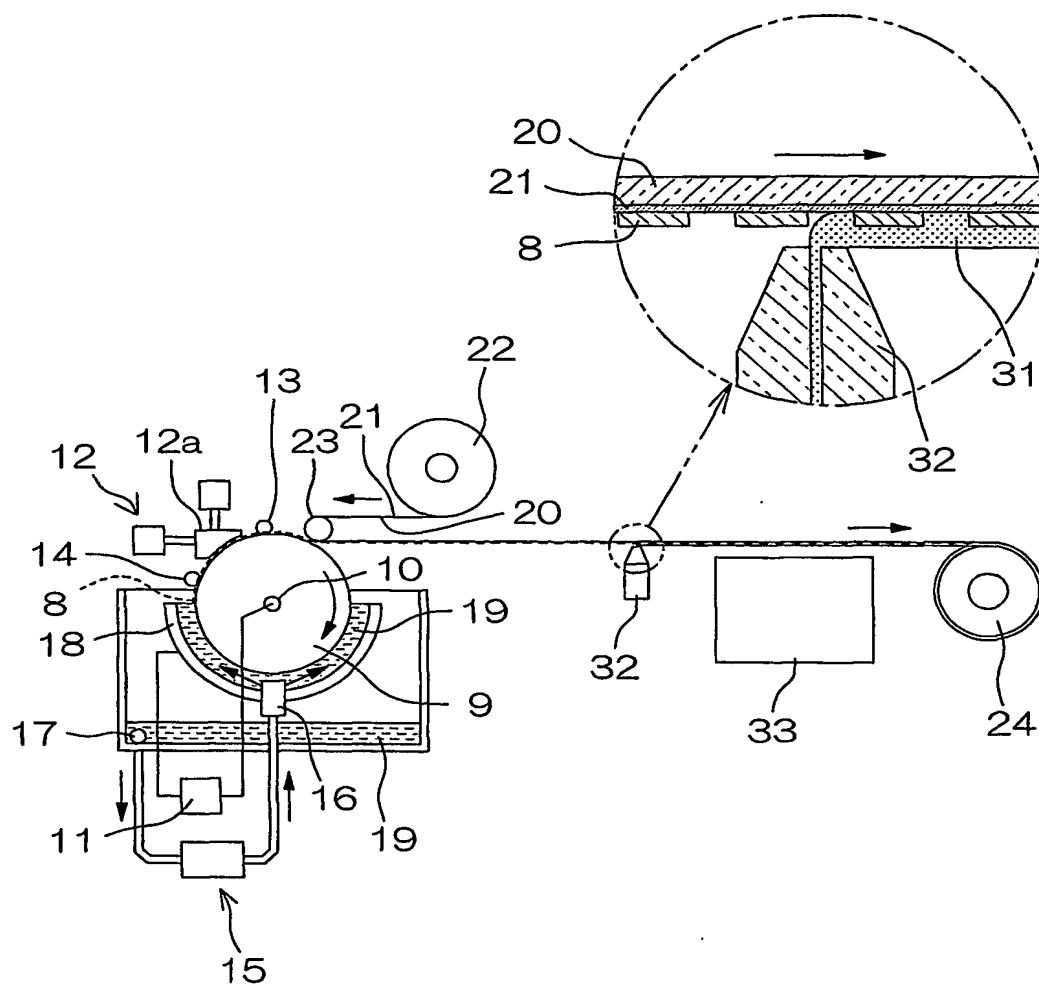
6/9

図 7



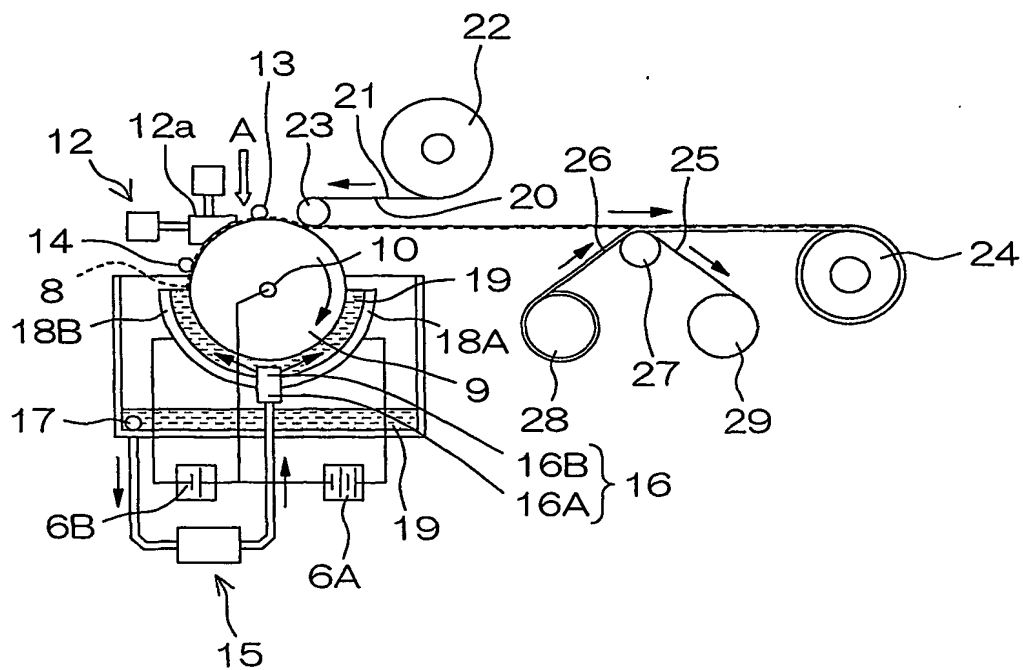
7/9

図 8



8/9

図 9



9/9

図 10

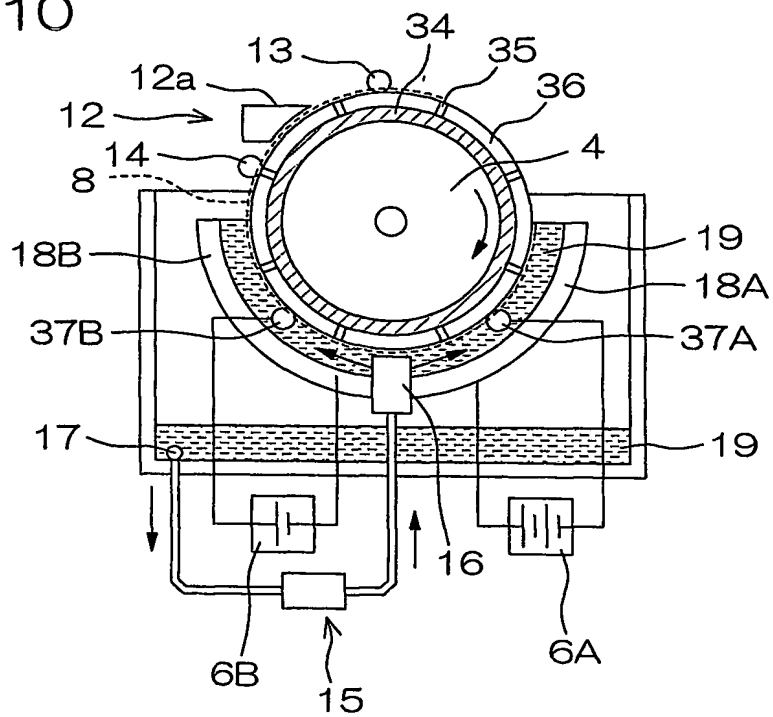
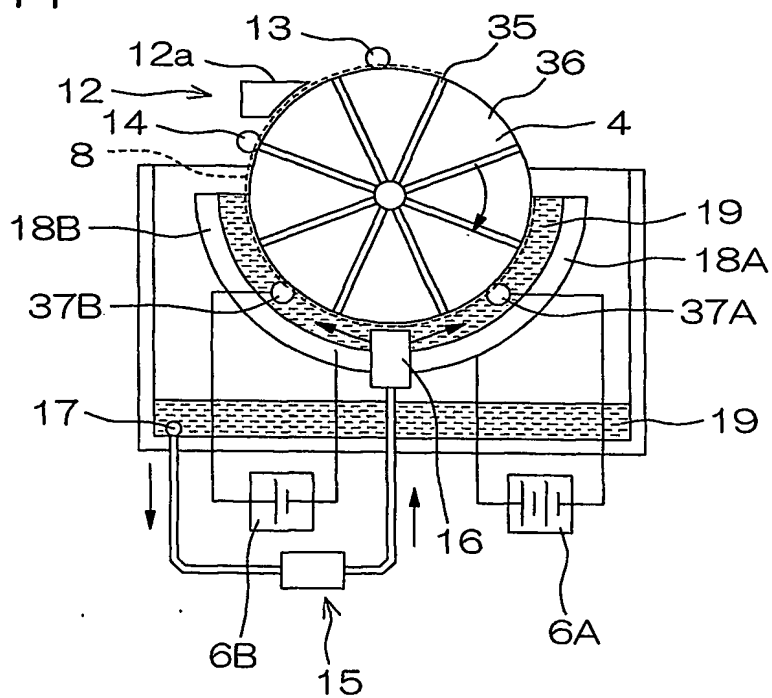


図 11



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009353

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> C25D1/04, H01G4/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> C25D1/04, H01G4/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-109993 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 18 April, 2000 (18.04.00), Par. Nos. [0039] to [0042], [0046] (Family: none)	1-4, 15, 20
X	JP 8-88305 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 April, 1996 (02.04.96), Full text (Family: none)	1-4
X	JP 2002-371382 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 26 December, 2002 (26.12.02), Full text (Family: none)	5, 8, 10, 13, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
01 October, 2004 (01.10.04)

Date of mailing of the international search report  
19 October, 2004 (19.10.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009353

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6-302469 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 October, 1994 (28.10.94), Full text (Family: none)	5, 8, 10, 13, 14
A	JP 2001-60528 A (TDK Corp.), 06 March, 2001 (06.03.01), (Family: none)	1-22

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>7</sup> C25D1/04, H01G4/12

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>7</sup> C25D1/04, H01G4/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-109993 A (住友特殊金属株式会社) 2000.04.18, 【0039】-【0042】, 【0046】 (ファミリーなし)	1-4, 15, 20
X	JP 8-88305 A (松下電器産業株式会社) 1996.04.02, 全文 (ファミリーなし)	1-4
X	JP 2002-371382 A (株式会社村田製作所) 2002.12.26, 全文 (ファミリーなし)	5, 8, 10, 13, 14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.10.2004

国際調査報告の発送日

19.10.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

瀧口 博史

4E

3032

電話番号 03-3581-1101 内線 3423

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 6-302469 A (松下電器産業株式会社) 1994. 1 0. 28, 全文 (ファミリーなし)	5, 8, 10, 13, 14
A	J P 2001-60528 A (ティーディーケイ株式会社) 20 01. 03. 06 (ファミリーなし)	1-22